

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
 INSTITUT NATIONAL  
 DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
 PARIS

(11) N° de publication :  
 (A n'utiliser que pour les  
 commandes de reproduction).

2 522 067

A1

**DEMANDE  
 DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 83 02568**


---

(54) Carter de compresseur.

(51) Classification internationale (Int. CL<sup>3</sup>). F 02 C 7/20; F 01 D 11/00; F 02 C 7/24.

(22) Date de dépôt..... 17 février 1983.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : US, 19 février 1982, n° 350.490.

(41) Date de la mise à la disposition du  
 public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 34 du 26-8-1983.

---

(71) Déposant : GENERAL ELECTRIC COMPANY. — US.

(72) Invention de : Joseph Clayton Burge et Julius Bathori.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Alain Catherine, GETSCO,  
 42, av. Montaigne, 75008 Paris.

---

La présente invention concerne un moteur à turbine à gaz et en particulier un moteur ayant un compresseur avec des performances améliorées pendant les périodes de fonctionnement transitoire du moteur.

5 Un problème courant existant dans les turbomachines telles que, par exemple, les compresseurs de turbine à gaz, est celui des réponses thermiques transitoires pendant les périodes de fonctionnement du moteur, connues sous le nom d'"accélération rapide" et de "coupure rapide". Pendant ces périodes de fonctionnement transitoire du moteur, de grandes variations rapides radiales ont lieu à la fois dans les composants du stator et du rotor. Pour empêcher toute interférence entre le stator et le rotor du compresseur pendant ces variations rapides transitoires, on réalise des jeux entre le stator et les aubes du rotor. Ces jeux dans les compresseurs classiques sont beaucoup trop grands à la fois pendant le fonctionnement transitoire et le fonctionnement non transitoire, agissant ainsi de manière défavorable sur le rendement du compresseur et la marge de décrochage. Plus particulièrement la paroi de l'enveloppe extérieure d'un stator de compresseur d'un moteur à turbine à gaz classique est une paroi métallique relativement mince, et elle répond rapidement aux changements de température pendant les périodes de performances transitoires du moteur telles que "l'accélération rapide" (manette pleins gaz) ou la "coupure rapide" (réduction des gaz).

En conséquence la présente invention a pour buts:

- . d'améliorer les performances d'un moteur à turbine à gaz en réduisant le jeu pendant le fonctionnement transitoire;
- . d'améliorer les performances d'un moteur à turbine à gaz en isolant la structure supportant la charge de fretage externe d'un carter de compresseur des effets excessifs de l'échauffement et du refroidissement pendant

le fonctionnement transitoire;

. d'introduire une inertie thermique dans la paroi extérieure du carter pour réduire un gradient thermique la traversant;

5 . d'optimiser les jeux entre le carter du stator et le rotor pour améliorer le rendement du moteur et les marges de décrochage du compresseur;

. de retarder la réponse thermique de la paroi extérieure pour obtenir une meilleure adaptation stator-10 rotor pour avoir un jeu optimum;

. de réaliser un carter de turbomachine pour entourer un rotor dans laquelle une paroi intérieure est fixée et isolée du carter pour régler les jeux radiaux entre le rotor et la paroi intérieure pour réaliser un 15 jeu prédéterminé pendant le fonctionnement de la turbomachine;

. d'améliorer les performances d'une turbine à gaz en coupant les trajets de charge de pression et de température à partir de la paroi intérieure vers la paroi extérieure supportant la charge.

Dans une forme de l'invention, on réalise un carter de turbomachine pour entourer un rotor. Le carter comporte une paroi extérieure structurelle. On fixe une paroi intérieure non structurelle sur la paroi extérieure 25 et on l'isole thermiquement pour régler un jeu radial entre le rotor et la paroi intérieure et ainsi réaliser un jeu prédéterminé pendant le fonctionnement de la turbomachine.

La description qui va suivre se réfère aux figures 30 annexées qui représentent, respectivement:

. figure 1, une vue en coupe d'une partie d'un compresseur prise suivant une direction axiale et montrant une réalisation de la présente invention;

. figure 2, une vue en coupe d'un rail de support d'un étage de compresseur en relation avec la paroi extérieure du carter;

. figure 3, une vue en plan d'une section du rail de support;

. figure 3A, une vue en coupe faite suivant la ligne 3A-3A;

5 . figure 4, une vue isométrique d'un bloc de fixation du rail de support;

. figure 5, un graphique comparant le jeu transitoire dans un étage de compresseur avec le jeu transitoire obtenu dans le même étage par une réalisation de la 10 présente invention;

. figure 6, une vue d'une autre réalisation de la présente invention prise de la même manière qu'à la figure 1.

En liaison maintenant avec la figure 1, on a 15 représenté une vue en coupe d'une partie d'un compresseur 10 d'un moteur à turbine à gaz. Le compresseur 10 est constitué par un tambour de rotor cylindrique s'étendant axialement (non représenté), placé radialement à l'intérieur et espacé d'une paroi de carter 25 relativement 20 mince pour former un passage annulaire d'écoulement du gaz (non représenté). La paroi de carter 25 comporte une moitié supérieure et une moitié inférieure (non représentée) qui sont assemblées par des brides et des boulons (non représentés). Une série d'aubes mobiles étagées 12, 25 14, 16 est fixée sur ce tambour de rotor, radialement vers l'extérieur, et s'étend à travers le passage d'écoulement du gaz. Le tambour et les aubes mobiles de rotor 12, 14, 16 sont entraînés en rotation par un arbre d'entraînement (non représenté) dans le but de comprimer 30 l'écoulement de gaz à l'intérieur du passage du gaz.

On place directement en vis à vis par rapport aux aubes mobiles de rotor 12, 14, 16 le rail de support et les blocs de fixation d'extrémité de rail de support 24, 26, 28 qui sont attachés fixement à la paroi de 35 carter 25 par des boulons filetés 30, 32, 34 respectivement.

Les bouts d'aubes mobiles de rotor 12, 14, 16 sont espacés des blocs de fixation 24, 26, 28 d'une distance d. On interpose des cales 31, 33, 35 entre la paroi de carter 25 et les blocs de fixation 24, 26, 28 pour maintenir un 5 espace correct entre la paroi de carter 25 et les blocs de fixation 24, 26, 28. On a représenté ces blocs de fixation 24, 26, 28 de manière plus détaillée dans la vue isométrique de la figure 4 où l'on peut clairement voir les encoches latérales 40, 41 respectivement formées 10 entre les épaulements 42, 43 et les côtés inclinés 44, 45. On réalise un gradin 87 sur le bloc de fixation 24 dont le but sera expliqué dans un paragraphe ultérieur. En liaison à nouveau avec la figure 1, les aubes fixes de stator 18, 20, 22 comprennent des plates-formes de montage respectives 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62. Les plates-formes de montage 50, 52, 54, 56, 58, 60, 62 sont réalisées de manière à s'ajuster respectivement dans les encoches 40, 41, 47, 49, 51, 53, 55 grâce à quoi les aubes fixes de stator 18, 20, 22 sont fixées à la paroi de 15 carter 25. Immédiatement au-dessus des plates-formes de montage 52, 54, 56, 58, 60, 62, des aubes de stator et d'une surface intérieure de la paroi de carter 25 on trouve les espaces 64, 66, 68 dans lesquels on peut insérer une isolation 27, 29, 31. On notera que l'aube fixe 22, 20 qui est une aube de diffuseur a une taille supérieure à celle des aubes de stator 18, 20. L'aube de diffuseur est située à l'extrémité arrière du carter et est la dernière aube du compresseur. On réalise l'encoche 55 d'ajustement 25 avec la plate-forme 62 dans une bague 95 placée en sandwich entre la bride de carter 25a et une bride structuelle 97. On maintient la bague 95 entre les brides 25a et 97 par un ensemble boulon et écrou 98.

Le compresseur 10 comprend un ou plusieurs étages constitués chacun d'un étage de rotor à multiples aubes et d'un étage fixe de stator à multiples aubes 30 35

fixes et un compresseur axial comporte normalement plusieurs étages. A l'intérieur de chaque étage, l'écoulement d'air est accéléré et décéléré avec pour résultat une élévation de pression. Pour maintenir la vitesse 5 axiale de l'air pendant que la pression augmente, l'aire de la section droite de l'écoulement diminue graduellement, à chaque étage de compresseur, de l'extrémité basse pression à l'extrémité haute pression. Le résultat final en bout de compresseur est un accroissement substantiel 10 non seulement de la pression de l'air, mais aussi de la température.

En liaison maintenant avec la figure 2 qui est une vue en coupe radiale d'un exemple de rail de support tel qu'utilisé dans l'invention, on a représenté le secteur de rail de support 70 (voir figures 3, 3A) fixé à 15 la paroi de carter 25 au moyen d'un trou fileté pour le boulon de fixation 74 pratiqué dans le bloc de maintien 73. Le secteur de rail de support 70, qui est fabriqué en Inconel 718, un alliage à base de nickel bien connu 20 a une tolérance élevée à la chaleur et aussi un coefficient élevé de dilatation thermique. On réalise des blocs de maintien supplémentaires 72, 76 le long du rail 70 pour qu'ils soient en liaison avec une surface intérieure 25 radiale 80 de la paroi de carter 25. Les extrémités 82, 84 du secteur de rail 70 sont formées avec un gradin respectif 83, 85 qui est adapté pour s'ajuster respectivement dans les gradins 87, 89 formés sur les blocs de fixation d'extrémité de rail de support 24, 24a. On remarquera que l'on a réalisé des jeux 92, 94 aux extrémités 82, 84 30 par rapport aux blocs de fixation d'extrémité de rail de support 24, 24a pour permettre une dilatation circulaire du secteur de rail 70. En d'autres termes, pendant l'accélération rapide lorsque la température du moteur augmente, le secteur de rail 70 en Inconel se déplacera circulairement 35 par augmentation de sa longueur qui sera absorbée

5 dans les jeux 92, 94. En outre le rail en Inconel sera maintenu radialement en raison de la position des blocs de maintien 72, 76 contre la paroi de carter 25. En effet on a retardé la réponse thermique de la paroi de carter 25 après application de la chaleur en raison des propriétés de retardement du secteur de rail interne 70.

10 On réalise onze cavités d'allègement 71 sur la longueur du secteur de rail 70 pour atteindre un poids minimum. On réalise un espace supplémentaire au-dessus des cavités d'allègement 71 pour permettre de placer une isolation, par exemple du type couverture, entre la paroi extérieure de carter 25 et le secteur de rail 70. On utilise cette isolation tant pour protéger thermiquement les parois extérieures de carter que pour isoler thermiquement les rails de support des parois extérieures de carter. On remarquera qu'il n'a été étudié ici qu'un seul secteur de rail 70 alors que dans la pratique réelle on utilisera un nombre suffisant de secteurs de rail pour couvrir deux sections de carter couvrant 180° de circonférence chacune.

15 20 25 30 35 De préférence, l'isolation 91 comprend un isolant du type laine de verre enfermé dans une feuille en acier inoxydable pour en permettre le maniement et l'installation. Par exemple, on peut utiliser un isolant du type laine de verre disponible dans le commerce sous le nom de KAO-WOOL de Babcock and Wilcox, Co. Si on le souhaite, le matériau isolant peut être sous forme de poudre telle que celle disponible dans le commerce sous le nom de MIN-K de Johns-Manville Company. On peut aussi utiliser, à la place de l'isolation du type couverture représentée, un revêtement formant barrière thermique pulvérisé à la flamme tel que le nickel, chrome, aluminium/bentonite (NiCrAL-Bentonite) de METCO, Inc.. On peut aussi utiliser une céramique telle que l'oxyde d'yttrium-oxyde de zirconium pour isoler thermiquement la paroi extérieure

de carter.

Selon une réalisation de la présente invention, la paroi extérieure de carter en acier 25 telle que représentée figure 2 est une paroi structurelle c'est-à-dire qu'elle supporte une charge de fretteage, tandis que la paroi intérieure de carter en Inconel 70, qui est fixée à la paroi extérieure de carter, est une paroi non-structurelle. En raison de la relative minceur de la paroi extérieure de carter en acier 25, l'utilisation de carter à paroi unique a provoqué des réponses thermiques rapides aux changements de température de l'air surtout pendant les périodes de fonctionnement transitoire du moteur, par exemple, lors de l'accélération rapide ou de la coupure rapide. Pendant l'accélération rapide la paroi de carter 25 répond à une augmentation de la température de l'air par une dilatation radiale plus rapide que la réponse thermique du rotor. En conséquence le jeu radial "d" entre le carter de stator et les bouts d'aubes mobiles de rotor s'accroît substantiellement, le moteur à turbine devenant ainsi inefficace. On peut observer ce phénomène en se reportant à la courbe en trait discontinu de la figure 5 qui est un graphique concernant un étage de compresseur classique et représente le jeu transitoire moyen entre un bout d'aube mobile de rotor et le carter de stator pendant une période de fonctionnement du moteur. Une bosse de la courbe en trait discontinu représente les jeux du rotor qui résultent d'une accélération rapide. Un creux dans la même courbe juste avant la formation de la bosse est dû à l'accroissement des dimensions du rotor par rapport au carter de stator sous l'effet de contraintes, croissance qui est reliée à une caractéristique d'élasticité du métal.

Pendant la coupure rapide, la paroi de carter 25 aura tendance, de manière classique, à se contracter thermiquement plus rapidement que le rotor. En même temps,

il y a aussi une diminution initiale rapide des dimensions du rotor à cause du facteur d'élasticité. Ces considérations feront que le jeu augmentera après qu'un régime stabilisé de décollage a été atteint et provoquera 5 un creux dans la courbe en trait discontinu autour du point indiquant le début de la coupure rapide.

On peut se rendre compte à partir de la courbe en trait discontinu (art antérieur) de la figure 5 qu'il y a, par rapport au régime stabilisé de roulement au sol, 10 une grande variation du jeu dans le compresseur pendant le fonctionnement du moteur, ce qui ne conduit pas à des performances optimum de ce dernier. La courbe en trait plein représente les variations du jeu du compresseur selon l'une des réalisations de l'invention examinées ici. 15 On peut se rendre compte aisément que les variations extrêmes du jeu pendant les périodes de fonctionnement transitoire ont été pratiquement éliminées avec pour résultat un fonctionnement amélioré du moteur. De plus la présence de matériau d'isolation réduit les jeux de manière 20 souhaitable pendant les opérations en régime stabilisé par exemple en croisière et en roulement au sol.

En liaison maintenant avec la figure 6, on a représenté une autre réalisation de la présente invention dans laquelle on a réalisé un agencement différent près de l'extrémité arrière du compresseur au voisinage de 25 l'aube fixe de stator 101 et des aubes mobiles de rotor 102, 103. Le changement près de l'extrémité arrière du compresseur est constitué par l'utilisation d'une chemise d'un seul tenant 113 ayant deux bandes de frottement 100, 104, de même que deux rails de support 105, 106. Deux 30 encoches 114, 115 placées en vis à vis sont situées dans les rails de support 105, 106 et sont agencées pour s'ajuster avec les plates-formes de montage respectives 107, 108 pour maintenir en position l'aube de stator 101. La chemise d'un seul tenant 113 comprend deux cavités 109, 110 35 pour y placer une isolation 111, 112. Ainsi que décrit

précédemment, la chemise d'un seul tenant 113 est un élément non structurel qui est fixé à une paroi extérieure de carter structurelle 25 c'est-à-dire qui supporte une charge de fretteage. La chemise d'un seul tenant 113, conjointement avec l'isolation 111, 112, est conçue pour isoler thermiquement la paroi extérieure de carter 25 pendant les modes de fonctionnement transitoire pour réduire au minimum le défaut d'alignement radial entre la paroi extérieure de carter et le rotor.

10 L'agencement de paroi intérieure non structurelle de cette invention accroît la réponse thermique de la paroi extérieure de carter 25 réduisant ainsi le défaut d'alignement radial. La constante de temps thermique est le temps nécessaire à la paroi de carter 25 pour 15 atteindre une température égale à 66% de la température de chauffage qui lui est appliquée. L'utilisation, dans l'art antérieur de carters à paroi mince conduisait à une petite constante de temps c'est-à-dire que la paroi de carter atteignait relativement rapidement une température 20 égale à 66% de la chaleur appliquée. Cet échauffement rapide provoquait des déviations radiales telles qu'un défaut d'alignement radial du fait de la dilatation ou 25 de la contraction thermique de la paroi de carter examinée précédemment.

25 Dans la présente invention pendant les accélérations rapides et les coupures rapides, les jeux d'extrémité suivant la circonférence dans la paroi intérieure en secteurs du carter se forment et s'ouvrent librement. Cela coupe les trajets de charge, à la fois de la pression et de la température, de la paroi intérieure vers la 30 paroi extérieure de carter. La coupure de ces trajets de charge améliore les caractéristiques de contrainte et de déformation de la paroi extérieure de carter tout en permettant le réglage des jeux radiaux entre les bouts 35 d'aube de rotor et la paroi intérieure.

Bien que l'on ait décrit la présente invention en relation avec un compresseur, on peut l'appliquer à d'autres types de turbomachines, telles que, par exemple, des turbines haute et basse pression. On remarquera aussi 5 que l'on peut utiliser différentes formes d'isolation pour obtenir les caractéristiques souhaitées de fonctionnement du moteur. Par exemple, on peut utiliser des revêtements formant barrière thermique ou d'autres types d'isolation.

REVENDICATIONS

1. Carter de turbomachine entourant un rotor, caractérisé en ce qu'il comprend:

5 (a) une paroi extérieure structurelle (25); et  
(b) une paroi intérieure non structurelle (24, 70) fixée à la paroi extérieure (25) et isolée thermiquement de cette dernière pour régler un jeu radial entre le rotor et la paroi intérieure (24, 70) et réaliser un jeu prédéterminé pendant le fonctionnement de la turbomachine.

10 2. Carter de turbomachine selon la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi intérieure (24, 70) comprend au moins deux rails de support (70) de plate-forme de montage d'aube fixés de manière amovible à la paroi extérieure (25), et ayant au moins une plate-forme de montage d'aube (52, 54) placée en appui entre eux et espacée de la paroi extérieure.

15 3. Carter de turbomachine selon la revendication 1, caractérisé en ce que la paroi intérieure (24, 70) comporte au moins un rail de support (70) de plate-forme de montage d'aube fixé de manière amovible à la paroi extérieure (25) et ayant au moins une plate-forme de montage d'aube (50) placée en butée et espacée de la paroi extérieure.

20 4. Carter de turbomachine selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'espace (64, 66, 68) entre la paroi extérieure (25) et la plate-forme d'aube contient un matériau d'isolation thermique (27, 29, 31) ayant une valeur de résistance thermique de valeur prédéterminée.

25 5. Carter de turbomachine selon la revendication 4, caractérisé en ce que le matériau d'isolation thermique est constitué par des isolations du type couverture.

30 35 6. Carter de turbomachine selon la revendication 5,

caractérisé en ce que le matériau d'isolation thermique du type couverture comporte de la laine de verre.

7. Carter de turbomachine selon la revendication 5, caractérisé en ce que le matériau d'isolation thermique du type couverture comporte une poudre.

8. Carter de turbomachine selon la revendication 4, caractérisé en ce que le matériau d'isolation thermique comporte un revêtement de type intégral de NiCrAL-Bentonite.

9. Carter de turbomachine selon la revendication 4, caractérisé en ce que le matériau d'isolation thermique comporte une céramique d'oxyde d'yttrium-oxyde de zirconium.

10. Carter de turbomachine entourant un rotor, caractérisé en ce qu'il comporte:

(a) une paroi extérieure structurelle (25), cette paroi extérieure (25) ayant un jeu relativement faible à température élevée, et un coefficient de dilatation thermique relativement faible;

20 (b) une paroi intérieure (24, 70) non structurelle fixée à la paroi extérieure (25), cette paroi intérieure (24, 70) ayant un coefficient de dilatation thermique relativement élevé et un jeu relativement important à température élevée; et

25 (c) la paroi intérieure (24, 70) étant isolée thermiquement de la paroi extérieure (25) pour régler un jeu radial entre le rotor et la paroi intérieure (24, 70) pendant le fonctionnement de la turbomachine.

11. Carter de turbomachine selon la revendication 10, caractérisé en ce que la paroi intérieure (24, 70) comporte une série de secteurs (70) avec les secteurs adjacents qui sont séparés par des jeux d'extrémité circulaires (92, 94).

30 12. Carter de turbomachine pour entourer un rotor, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour

régler radialement les jeux entre un carter de stator et des bouts d'aube de rotor de la turbomachine de manière à maintenir des jeux uniformes pendant les périodes de fonctionnement transitoire; ces moyens comprenant une 5 paroi intérieure (24, 70) en secteurs non structurelle reliée et isolée thermiquement du carter; de telle sorte que pendant les périodes de fonctionnement transitoire de la turbomachine, la dilatation de la paroi intérieure (24, 70) a lieu initialement dans une direction circulaire, après quoi le carter et la paroi intérieure (24, 70) 10 se dilatent radialement de manière régulière et en ce que le rotor de la turbomachine se dilate radialement en même temps que les deux parois de carter (25, 24, 70).

13. Méthode de réglage de jeux radiaux entre un 15 carter de stator cylindrique et un rotor de turbomachine, caractérisée en ce qu'elle consiste à:

- (a) réaliser une paroi intérieure non structurelle (24, 70) en appui contre et radialement espacée du carter de stator;
- 20 (b) réduire l'amplitude de la réponse thermique du carter résultant d'un changement de température de la paroi intérieure (24, 70);
- (c) retardant ainsi, pour une durée préterminée, la réponse thermique du carter.

25 14. Méthode de réglage de jeux radiaux selon la revendication 13, caractérisée en ce que l'étape (a) consiste à fixer de manière amovible deux rails de support (70) de plate-forme de montage d'aube au carter de stator, ces rails de support (70) de plate-forme de montage ayant au moins une plate-forme de montage d'aube 30 placée en appui entre eux et espacée du carter de stator.

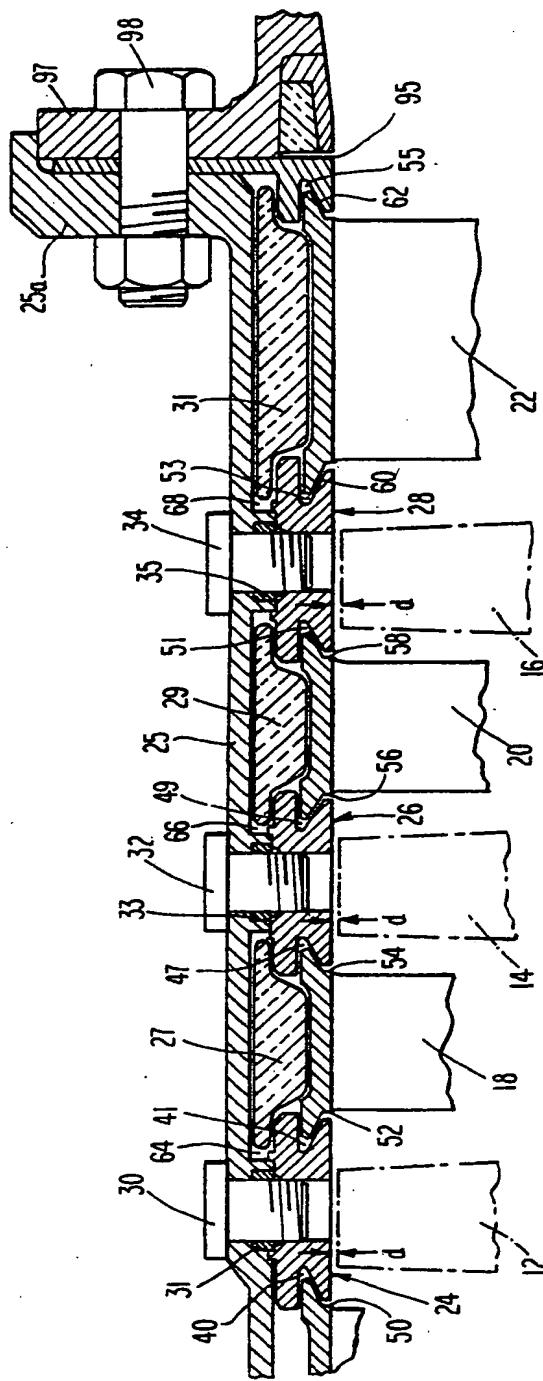
15. Méthode de réglage de jeux radiaux selon la 35 revendication 13, caractérisée en ce que l'étape (b) consiste à placer un matériau d'isolation thermique ayant une résistance thermique de valeur préterminée dans

l'espace intermédiaire (64, 66, 68) entre le carter de stator et la plate-forme de montage d'aube.

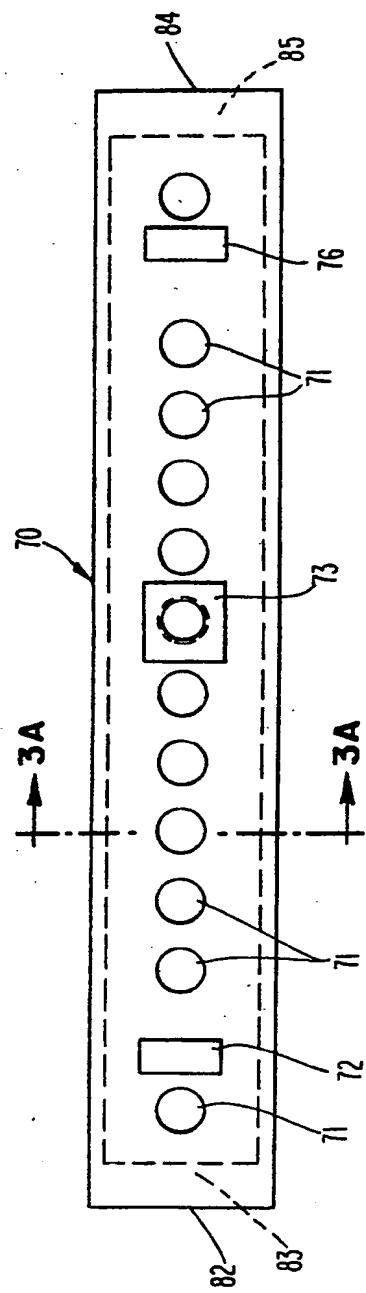
16. Méthode de réglage de jeux radiaux selon la revendication 15, caractérisée en ce que l'étape (b)  
5 consiste à placer une isolation du type couverture dans l'espace intermédiaire (64, 66, 68) entre le carter de stator et la plate-forme de montage d'aube.

17. Méthode de réglage de jeux radiaux selon la revendication 15, caractérisée en ce que l'étape (b)  
10 consiste à déposer un revêtement formant barrière thermique pulvérisé à la flamme dans l'espace intermédiaire (64, 66, 68) entre le carter de stator et la plate-forme de montage d'aube.

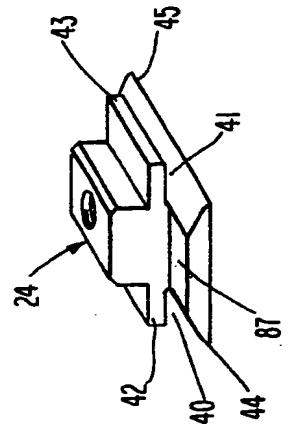
PL. I - 3



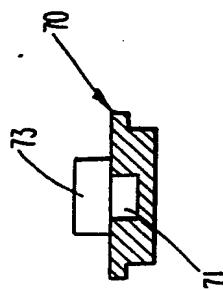
PL. II - 3



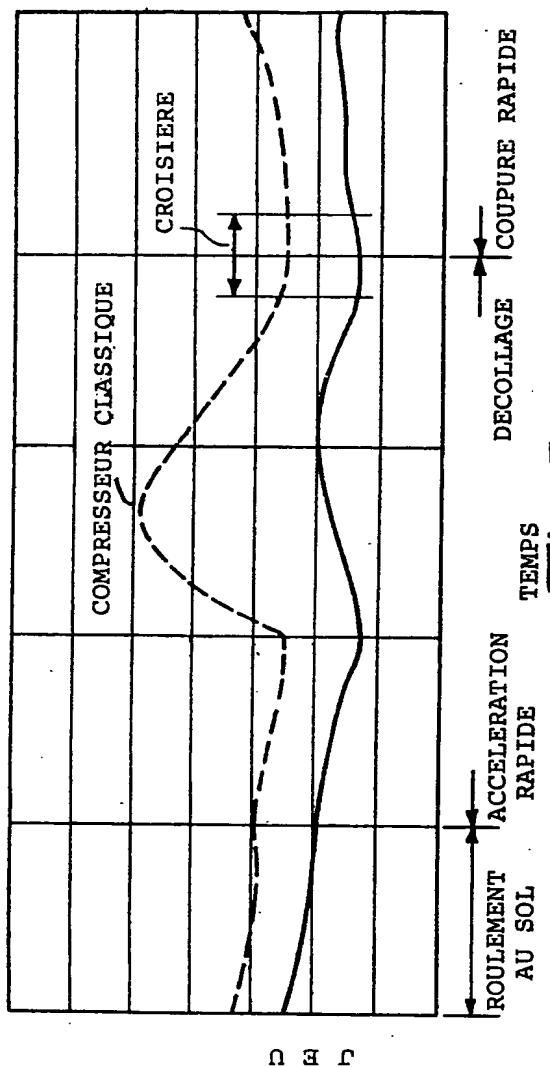
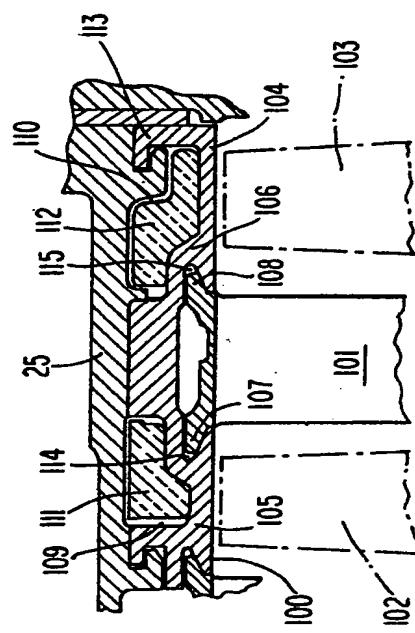
***Fig. 3***



***Fig. 4***



***Fig. 3A***

***Fig. 5******Fig. 6***